

MCC 技术指南：模拟输入信号连接基础（第一部分）

目的

提供以下模拟输入信号连接的基础概念和原理

- 单端输入
- 差分输入
- 共模电压
- 共模范围
- 系统接地和隔离

适用人群

DAQ 设备用户负责连接模拟输入信号以进行精确测量。如果您已经熟悉这些概念，可以直接查看：[模拟输入信号连接基础 \(第二部分\)](#)。

原理

单端和差分输入信号配置

典型的 DAQ 设备提供单端和差分模拟输入通道。

单端输入

单端输入测量输入信号与模拟地（AGND）之间的电压（见图 1）。由于每个输入只需连接一根导线，因此在使用相同连接器和板载多路复用器时，单端输入配置可以检测两倍于双通道差分配置的输入信号。

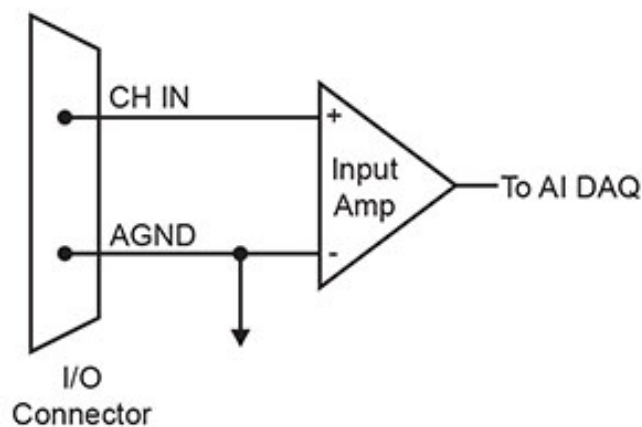


图 1.基本单端输入配置

差分输入

差分输入测量两个不同输入信号之间的电压差（见图 2）。与单端输入方式相比，差分输入抵抗电磁传导干扰（EMI）能力更强。一根引线上产生的绝大多数 EMI 干扰也会在另一根引线中产生。DAQ 输入端仅测量这两根引线的电压差，而两者共有的 EMI 干扰则被忽略。这也是双绞线的主要优点，导线之间相互缠绕确保它们受到几乎相同的外界干扰。

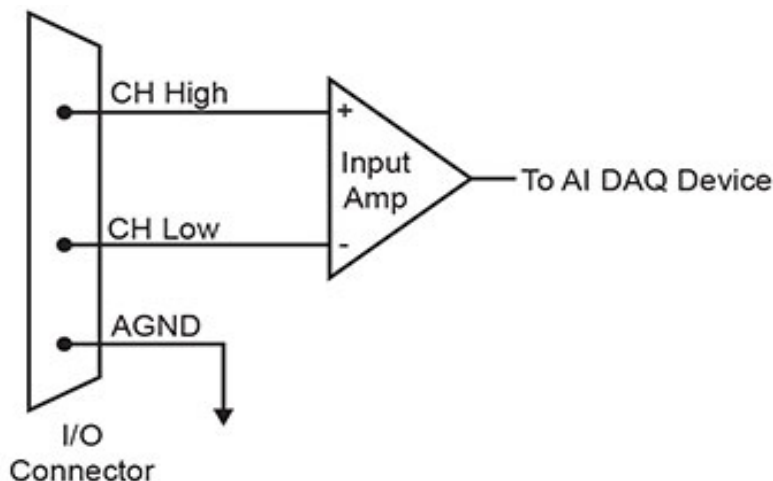


图 2.基本差分输入配置

共模电压和共模范围

单端输入和差分输入的主要区别在于模拟输入的共模连接，或共模电压。

单端多通道测量要求所有电压参考相同的公共节点，以避免出现某种测量误差。绝大多数单端 DAQ 系统的公共参考点必须是计算机的接地端，这样可以避免信号源受到传导干扰和地端噪声的影响。

图 3 显示了一个带有共模电压的单端输入配置。地端 G1 和 G2 之间的任意电压差都会在输入放大器端产生信号误差。如果单端输入无法获取一个理想的公共地端，则需要使用差分输入配置。

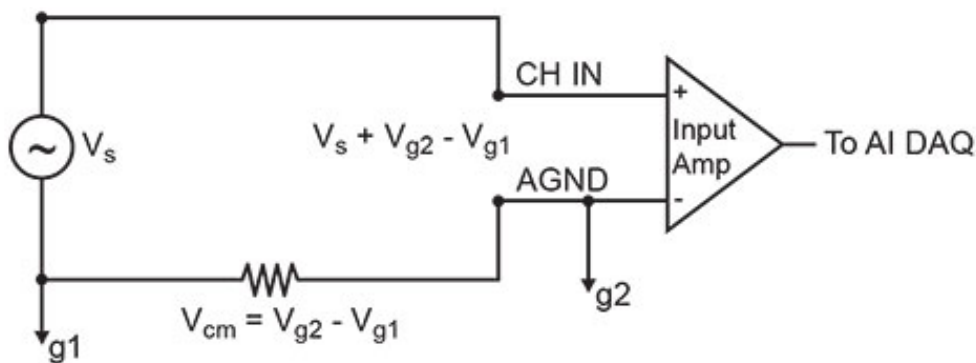


图 3.具有共模电压的单端输入连接

差分输入配置比单端输入配置能更有效地抵抗传导干扰，这是由于差分输入能消除或忽略共模电压的影响，测量两个连接点之间的电压差。被消除的共模电压可能是稳定的直流电平或噪声毛刺。

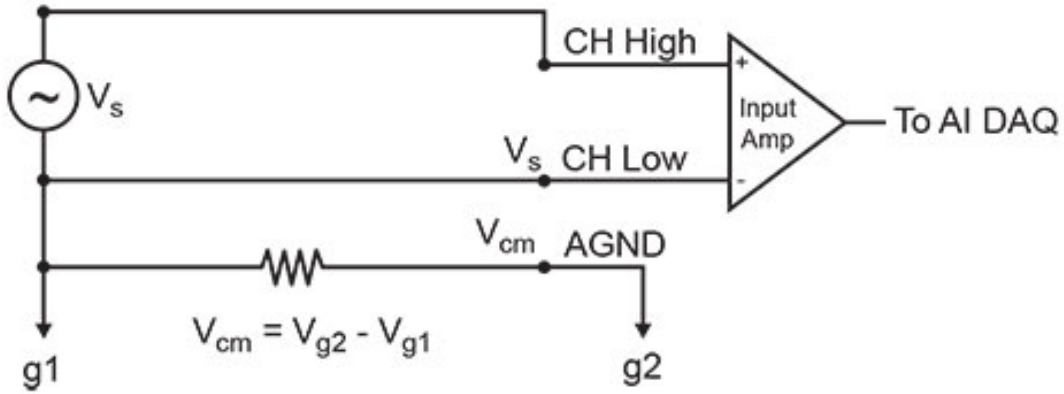


图 4.具有共模电压的差分输入连接

V_{cm} 在差分输入配置中被消除，但它必须在一定范围内，这个范围被称为共模范围。通常来讲，差分模式中的设备放大器共模范围为 $\pm 10V$ 。

共模电压与信号电压的和， $V_{cm} + V_s$ 必须在这个范围内。

$\pm 10V$ 的共模电压范围如图 5 所示：

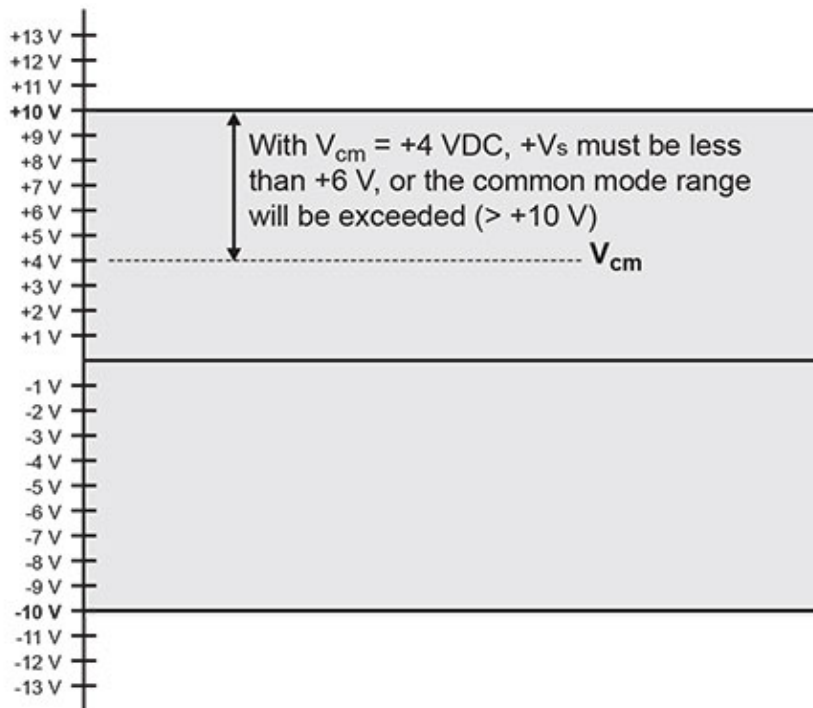


图 5.共模电压=±4V

如果输入信号与设备地端的电势差大于 10V，那么即使是在差分输入中，也无法测量该信号。例如，受 $\pm 10\text{ V}$ 的共模范围限制，设备无法测量 13V 与 14V 之间仅为 1V 的差分电压。

系统接地与隔离

当决定如何连接信号至 DAQ 设备时，需考虑 3 种接地情况：

- 如果设备和信号源使用公共地，信号源可以直接连接至设备。
- 如果设备和信号源的地端间存在偏移电压（交流与/或直流），这个偏移电压就是共模电压。根据此电压的大小，您可以将设备直接连接至信号源（这种情况在具有共模（接地偏移）电压的系统一节中作出了解释）。
- 如果设备和信号源已经带有接地隔离，那么您可以直接连接信号源与设备。

带有公共地的系统

最简单的情况是，信号源与设备接地端电势相同。这种情况通常见于 DAQ 设备直接为信号源提供电源或激励。若系统存在公共地端，那么任何在设备地端和信号地端之间的电压都是潜在的电压误差。

如果信号源或传感器并不是直接连接到您设备的 AGND 端口，即使电压表测量结果为 0.0V，您也需要假设公共地并不存在。按照信号源与设备之间存在地端偏移电压的情况来配置您的系统---尤其在您使用高增益时。毫伏级别以下的地端误差足以造成测量误差，但并不会被手持式电压表检测到。

具有共模电压（接地偏移）的系统

更可能的情况是地端以某种方式连接，但信号源和设备地端之间存在偏移电压。这些偏移电压可能是交流，直流或交直流混合。许多因素会产生偏移电压，如电磁传导干扰或地线和连接器之间阻抗造成的电势差。接地偏移电压是一种描述这类系统的通俗说法，但更频繁使用的术语是共模电压。

低共模电压情况

如果信号源地端和设备地端的电势差比较小，地端电压与输入信号没有超出被允许的 $\pm 10\text{ V}$ 共模范围。具体而言，当您将地端的电压加上最大输入电压后，结果仍在 $\pm 10\text{ V}$ 以内。这种输入是设备允许的。您可以用差分输入配置连接系统，而无需借助额外的信号调理。幸运的是，绝大多数系统都属于这种情况，且地端电势差较小。

高共模电压情况

如果信号源地端和设备地端之间的电势差比较大，该电势差与输入信号的和已经超过允许的 $\pm 10\text{ V}$ 共模输入范围。这种情况下，请不要将设备与信号源直接相连，应改变系统接地方式或增加隔离的信号调理方式。

欢迎联系我们的技术支持团队以获取信号调理的相关帮助。（参考文末的更多信息）

注意：避免使用交流电源插座的地端进行信号接地操作。不同接地插头可能存在较大的且有潜在危险的电势差。房间不同地方的 220V 交流电源插座的接地端可能只是连接到了保险丝。这使得接地端可能存在明显的电势差---尤其当 2 个 220V 交流电源插座恰好在不同的线路相位上时。

设备与信号源已有隔离地端

一些信号源早已与设备之间电气隔离。图 6 展示了典型的隔离地端系统。这些信号源通常都由电池供电或者是较为复杂的设备。隔离地端系统的工作性能极佳，但需要操作人员细心使用以保证其最佳性能。获取更多细节，请参考[模拟输入信号连接基础 \(第二部分\)](#)。

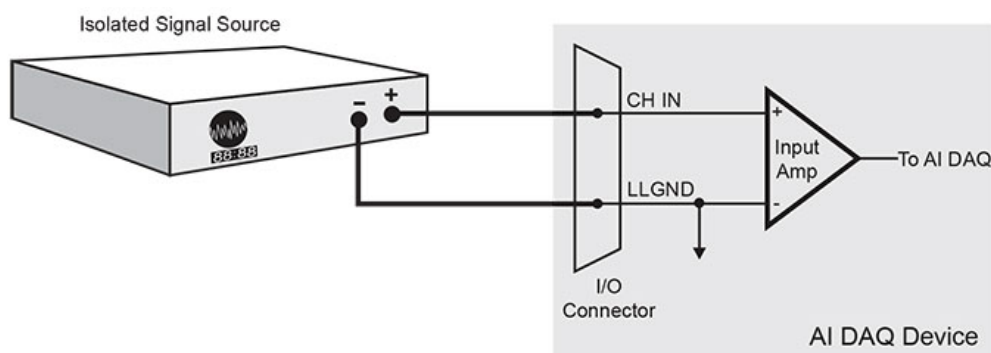


图 6.信号源与模拟输入 DAQ 设备公用地的单端输入连接